

急流河川の侵食特性を踏まえた湧別川の河道評価検討について

網走開発建設部 治水課 ○渡辺 修
鈴木 順也
八十嶋 邦英

湧別川は全国有数の急流河川であり、出水時には砂州や濁筋が大きく変化し、河岸侵食による高水敷の被害が頻発している。近年では令和3年の融雪出水により堤防直近まで河岸侵食が進行するなど、侵食対策が喫緊の課題となっている。

本報告では、湧別川のレーザー測量や衛星画像の分析による流量規模別の河岸侵食特性を踏まえ、将来の河岸侵食による破堤リスクに関する安全度評価と対策の方向性について報告する。

キーワード：急流河川、河床低下、河岸侵食、河道評価

1. はじめに

湧別川は全国有数の急流河川であり、河床勾配(図-1)から、中流部～下流部にかけて河床勾配が約1/250～約1/500と非常に急勾配となっている。そのため、出水時には高速流が発生することから、河岸侵食による破堤リスクが懸念されており、令和3年には融雪出水でも堤防付近まで大規模な河岸侵食が進行するなど、湧別川の侵食特性を踏まえたより効果的な河岸侵食対策が必要とされている。

2. 湧別川の課題を踏まえたこれまでの取組

既往報告²⁾では、湧別川の砂州やみお筋等の河道の変化と河岸侵食の関係性に着目し、侵食特性を踏まえた河道の安全度評価を検討し、災害リスクの高い箇所に効果的な対策を実施する必要があることを報告している。

本報告では、既往報告において課題となっていた複数砂州区間の複雑な河道変化や、不規則な堆積・洗掘を伴う大規模な河岸侵食に対し、レーザー測量や衛星画像の分析による流量規模別の河岸侵食特性の把握を行い、侵食特性を踏まえた河道安全度評価と対策の方向性について報告する。

3. 湧別川の河岸侵食特性

(1) 湧別川の河岸侵食特性の詳細

湧別川の河道区分は、河口部 (KP0.0～2.2、セグメント2-1、河床勾配1/1,650) 、下流部 (KP2.2～23.7、セグメント2-2、河床勾配1/480～1/270) 、中流部 (KP23.7～31.4、セグメント1、河床勾配1/220) に分類される。最深河床の変動高縦断図(図-2)から、全川的に河床低下傾向となっている。

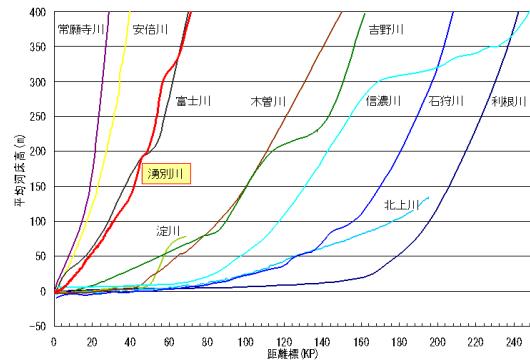
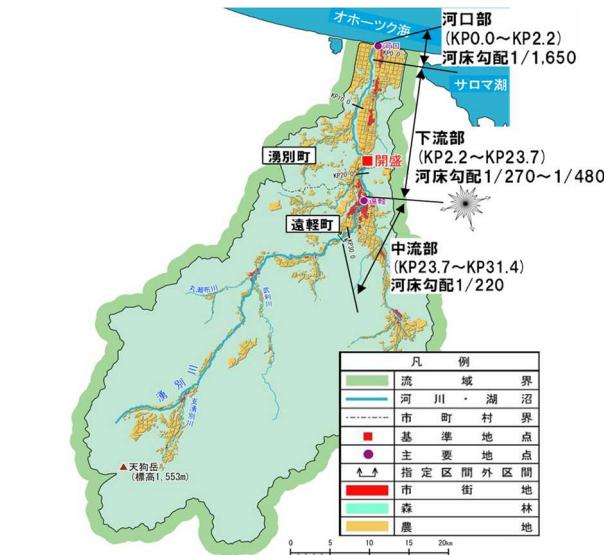


図-1 湧別川流域の概要¹⁾

ント2-1、セグメント1、河床勾配1/480～1/270) 、中流部 (KP23.7～31.4、セグメント1、河床勾配1/220) に分類される。最深河床の変動高縦断図(図-2)から、全川的に河床低下傾向となっている。

既往報告では、出水前後の空撮や縦横断形状の変化か

ら、湧別川における以下のような河岸侵食特性を確認している。

- ① 大規模な河岸侵食は、蛇行頂部の移動により発生
- ② 河床低下と河岸侵食箇所には相互に関係性あり

上記の①の特性については、一般的には蛇行部においては横断方向に侵食が発生することとなるが、湧別川においては侵食延長の縦断的な蛇行頂部の移動は大きくても、横断方向には河岸侵食を引き起こしていない場合もある(図-3)。このため、過去の河岸侵食による縦横断方向の最大侵食幅を把握する上では、過去の蛇行頂部の移動実績について、護岸による横断規制の有無などを踏まえ精査することとした。

また、②の特性については、図-4に示した最深河床高

縦断図と河岸侵食箇所の関係から、主に下流部 (KP11 ~23.7) で経年的な河岸侵食箇所と河床低下箇所が交互に発生しており、このことから、河床低下箇所と河岸侵食箇所には相互に関係性がみられる。そのため、河岸侵食対策の立案にあたっては、上下流の河床低下区間との連続性を踏まえ、ある程度一連の区間として検討する必要があることが分かる。

一方で、湧別川の複列砂州区間の下流部②では、小規模な出水(融雪出水等)でも河岸侵食が発生していることに加え、河岸侵食状況を追跡するための航空写真の撮影頻度が不足しており、年間に複数回の出水がある場合、河岸侵食状況を精度よく追跡する事が出来ていなかった。この区間は、昭和から平成にかけて水衝部を中心に水制工が多く設置され、水衝部が河心へ移動するとともに、蛇行振幅も小さくなり、河道は安定化傾向であったが、近年では平成28年出水等の影響により濁筋が大きく変化し、水制工未整備区間では、堤防際まで河岸侵食が進行したこと、護岸工が設置されている(図-5)。

このように、複列砂州区間では経年にみお筋が複雑に変化し想定外の箇所で河岸侵食が発生しており、効果的・効率的な河岸侵食対策を検討するためには、複列砂州区間の河岸侵食メカニズムの把握が重要となる。

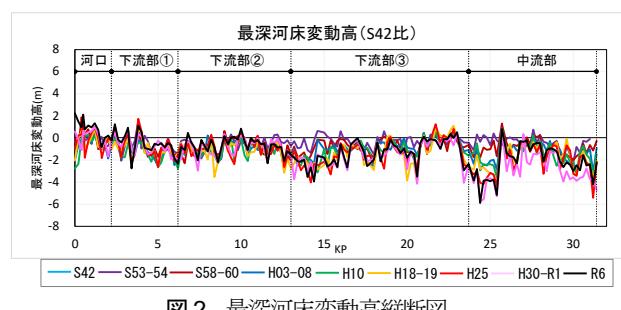


図-2 最深河床変動高縦断図

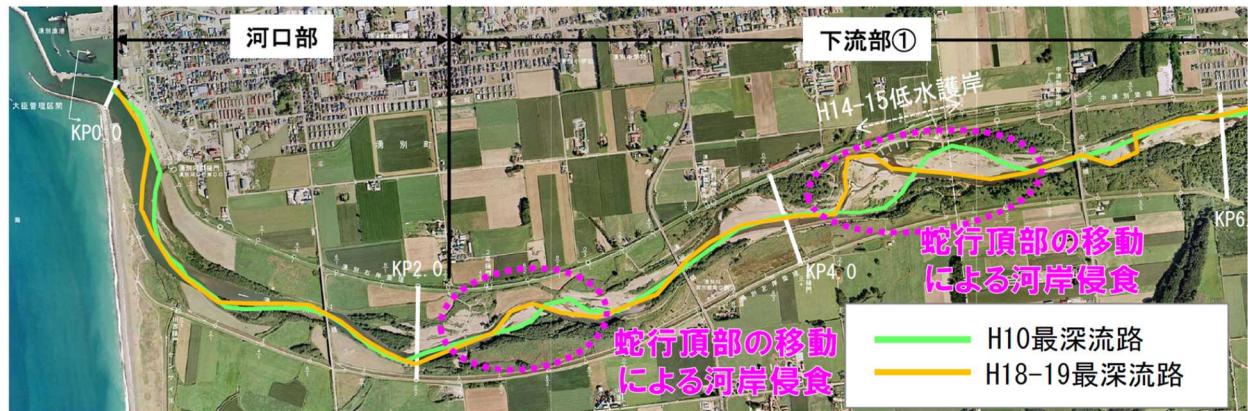


図-3 蛇行頂部の移動による河岸侵食

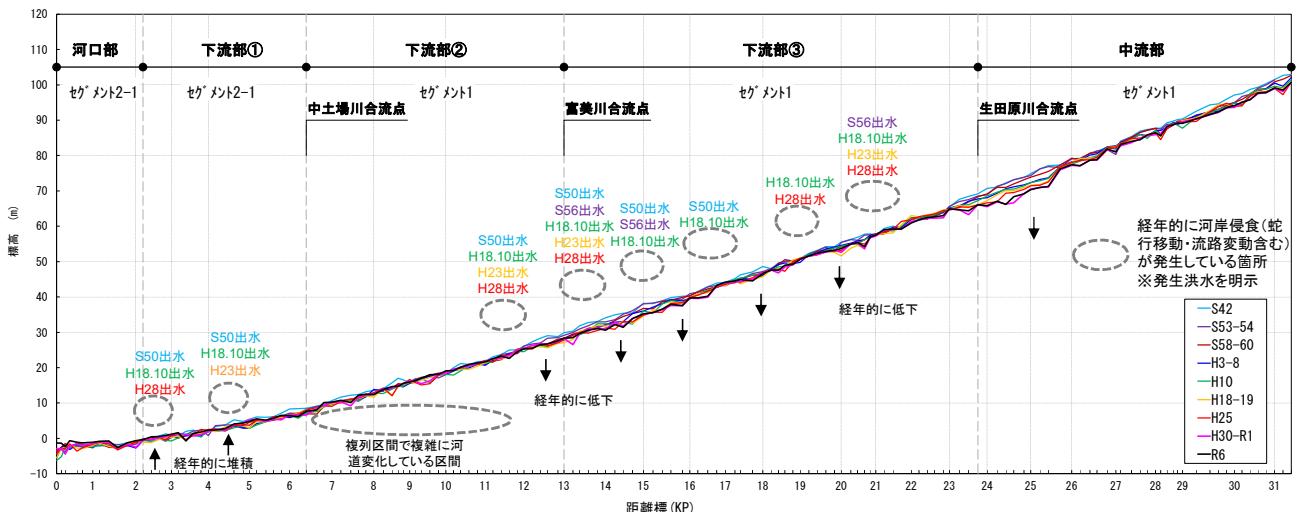


図-4 最深河床高縦断図と河岸侵食箇所の関係

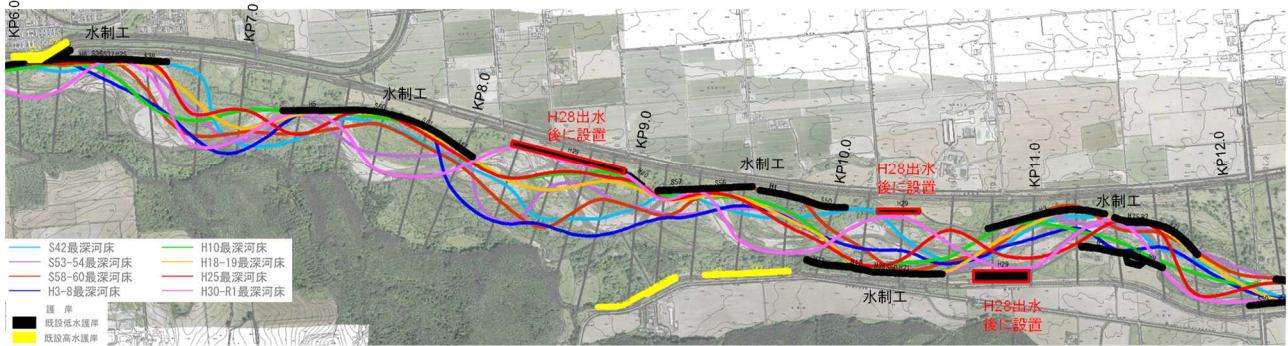


図-5 複列砂州区間における最深河床位置の変遷重ね図 (R6 航空写真)

(2) 複列砂州区間における河岸侵食メカニズムの分析

複列砂州区間の河岸侵食メカニズムを解明するため、以下の手法により詳細な河道変化情報を整理した。

- ① 副流路が形成される区間を対象にALB測量を実施し、砂州や河床、副流路等の面的な地形データを取得。
- ② 衛星画像を用いた濁筋の追跡により、流量規模別の濁筋変化状況を把握。
- ③ 流量規模別に河岸侵食メカニズムを想定、河岸侵食を考慮した平面2次元河床変動解析を実施。

(3) ALB測量 (グリーンレーザ測量) による分析

ALB測量を用いた濁筋の追跡結果より、複列砂州区間では平均年最大流量以下の融雪出水規模でも蛇行頂部の移動が確認され、濁筋の変化が確認された(図-6)。

(4) 衛星画像による分析

分析には、無償で公開されている衛生データであるLandsat⁴⁾を用いた。この衛生データは、約2週間に1度撮影されており、解像度は約30mである。取得した衛生データとともに、河道を判読できるようにバンド帯を調整、濁筋を明瞭化を行った。H26.5～H28.10の期間の中で、雲や流量の影響を踏まえ、判読可能な画像を抽出し、濁筋の追跡を行った(図-7)。

(5) 流量規模別の傾向・侵食メカニズムについて

衛星データを用いて整理した蛇行頂部の移動量に、空撮・横断から分析した移動量を追加し、流量規模別の蛇行頂部の移動特性の分析を行った。図-8右に示す流量規模別の蛇行頂部の移動距離を見ると、流量規模が大きいほど移動距離は大きくなる傾向であることが分かる。また、図-8左に示す流量規模別の横断方向の変化比率Be/Leから、流量規模が小さいほど横断方向に移動しやすい傾向があることが分かった。これらの傾向は、平面2次元河床変動解析でも同様の傾向となった。

今回の分析から流量規模別の侵食メカニズムは図-9に示すように分けられ、大規模から中規模相当の流量では、縦断方向への侵食や蛇行の発達による流路短絡が生じやすい傾向となることが分かった。また、平均年最大流量

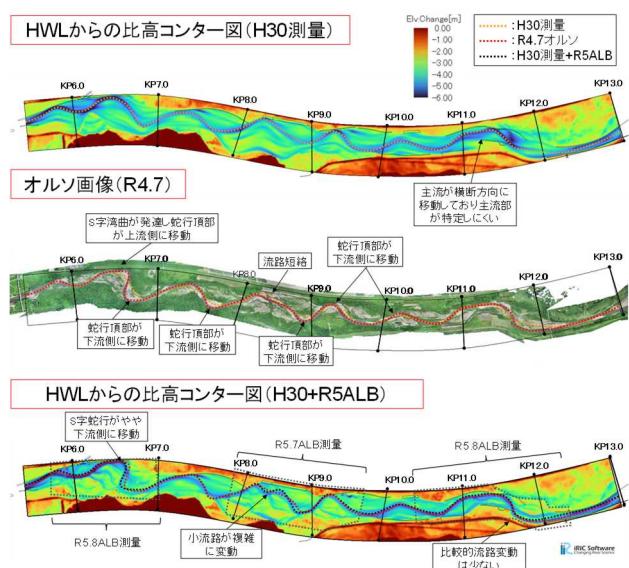


図-6 ALB測量による複列砂州区間の分析³⁾ (H30→R4, R5)

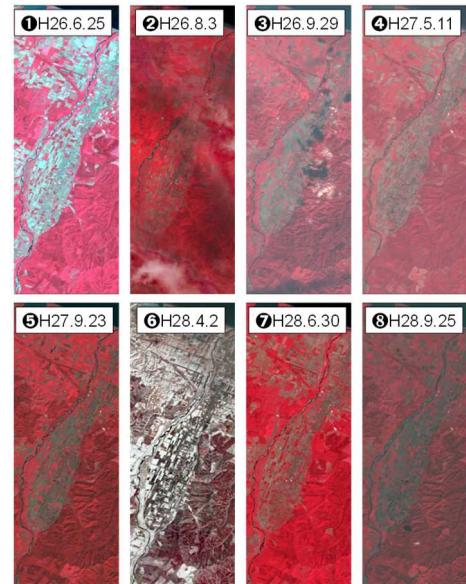


図-7 衛星画像による複列砂州区間の分析 (H26.5→H28.10)

や融雪出水相当の流量では、横断方向の侵食が発生しやすく、最深河床位置の変化に伴い濁筋が複雑に変化しやすい傾向があり、このとき侵食方向に護岸や樹木等で移動が阻害された場合に、蛇行頂部が上流側へ移動する傾向が見られた。このほかに、融雪出水相当の小流量時には、河道が護岸等で狭窄している箇所の下流で、河道中

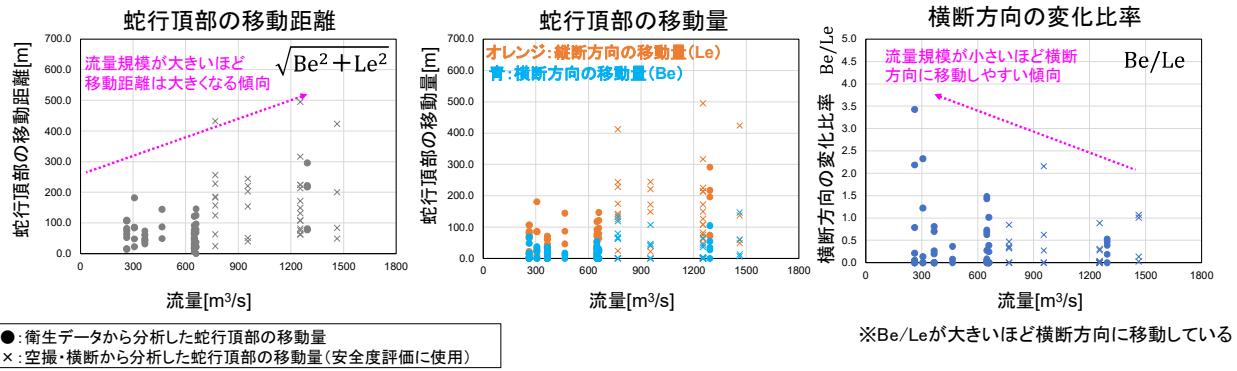


図-8 流量規模別の蛇行頂部の移動特性の分析

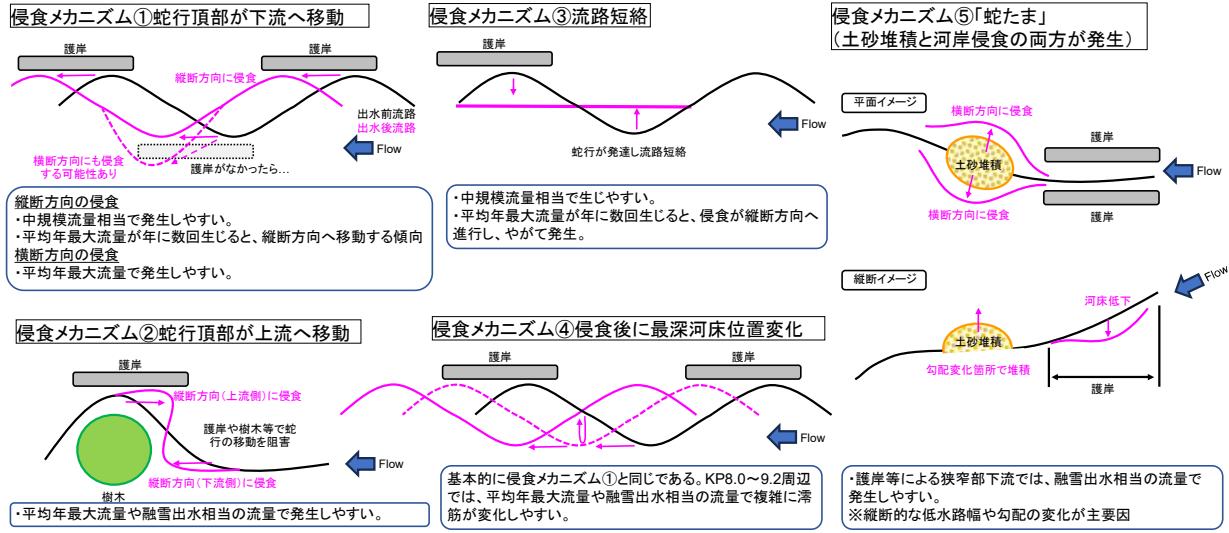


図-9 流量規模別の侵食メカニズム

央に土砂堆積することで蛇行頂部が横断方向に移動し河岸侵食（見た目から「蛇たま」と表現）が発生していることが分かった。

4. 河道安全度評価の検討

(1) 安全度評価の考え方

安全度評価は既往報告と同様に「護岸等の健全度」と「河岸侵食の危険度」の評価軸から行った。

護岸等の健全度評価は、低水護岸設置箇所では最深河床高と護岸基礎高の関係に加え、既設護岸の現地状況を基本とし、河岸及び低水護岸の脆弱性を評価した。護岸のない箇所は、健全度が最も低い評価となる。

河岸侵食の危険度評価は、山付以外の背後地を対象とし、現況及び将来（移動後の蛇行頂部）の高水敷幅を基本とし、危険度を評価した。高水敷幅が0m以下となると危険度が最も高い評価となる。

a) 護岸等の健全度評価

護岸の健全度評価については、「堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領⁵⁾」に基づき、護岸の機能に支障が生じているかに着目し検討を行った。

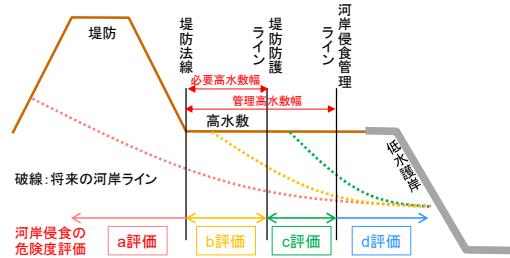


図-10 河岸侵食の危険度評価のイメージ

b) 河岸侵食の危険度評価

河岸侵食の危険度評価は、図-10に示すような将来予想される河岸ラインが、堤防法線、堤防防護ライン、河岸侵食管理ラインのいずれかに達する可能性があるかに着目し検討した。ここで、河岸侵食管理ラインとは、独自に設定したものであり、各区間における過去の最大侵食幅から設定した。なお、複列砂州区間となっている下流部②では流路が複雑に変化しており、変化量の計測が困難であったため、衛星画像による分析や数値解析結果から設定し検討した。

c) 安全度評価

護岸の健全度評価及び河岸侵食の危険度評価を踏まえ、図-11の左上に示すようなマトリックスを用いて破堤リ

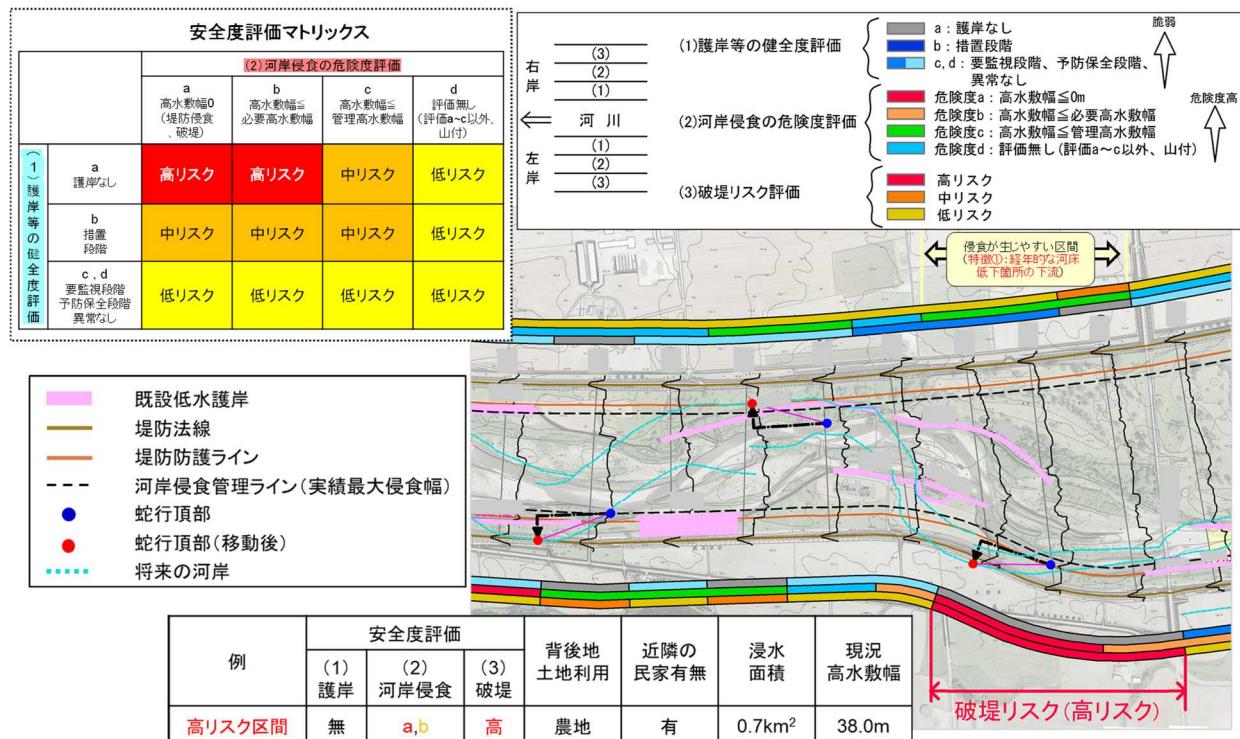


図-11 安全度評価の検討例

スクの安全度評価を行った。なお、湧別川では、以下の特徴的な河岸侵食が生じており、こういった区間では河岸侵食の危険度を1ランク引き上げた評価を行うように見直しを図った。

- ① 経年的かつ縦断的な河床低下箇所の下流側で経年に大規模な河岸侵食が発生しやすい。
- ② 勾配変化点（区間境界）付近で横方向の侵食が生じやすい。

② 安全度評価結果

上記手法による安全度評価結果の一例を平面図に記載した例を図-11に示す。本検討の結果を踏まえ、課題となっていた複列砂州区間の河道変化を捉えることにより、平面図に示す青線のように縦断・横断方向の蛇行頂部の移動量を踏まえた将来の河岸ラインを設定できた。これにより、河岸侵食による破堤リスクが高くなる区間を確認することができた。併せて、今回検討を行った安全度評価と周辺の背後地状況や土地利用、氾濫被害（浸水面積）等の情報を組み合わせることで、今後、河岸侵食対策を検討する際の優先度を設定することや日頃の河道管理への活用が考えられる。

5. まとめと今後の方向性

湧別川の河岸侵食特性について、ALB測量や衛星画像、平面2次元河床変動解析を用いた分析により、流量規模別に侵食特性が異なることを見出した。また、護岸の健

全度を踏まえた安全度評価においても、複列砂州区間を含む湧別川の全川で河岸侵食による破堤リスクが高い箇所を抽出することができた。湧別川では、平均年最大流量や融雪出水相当の流量で横断方向の侵食が発生しやすい傾向があることから、今後は、流量規模別の侵食特性を踏まえた対策の方向性を検討する必要がある。

また、本件は年2回程度の勉強会を立ち上げ、治水課や管理する事務所担当者のほか、リバーカウンセラー、寒地土木研究所とも連携し、河岸侵食メカニズムについて詳細な分析や効果的・効率的な河岸侵食対策工の検討をしている。今後も勉強会での議論も踏まえつつ、河道安全度のバランスがとれた河道安定化対策案の立案を目標とし、今後も検討を進めたい。

参考文献

- 1) 国土交通省 湧別川水系河川整備計画 : <https://www.mlit.go.jp/ab/tisui/v6dkjr000002wv7.html>
- 2) 加勢功明, 市原哲也, 水口守: 湧別川の侵食特性を考慮した河岸侵食対策について, 第67回(2023年度) 北海道開発技術研究発表会
- 3) iRIC : <https://i-ric.org/ja/>
- 4) Landsat8 : https://science.nasa.gov/mission/landsat8/?utm_source=chatgpt.com
- 5) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課: 堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領 H31.4 : https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/tenkenhyouka/index.html